

⑬ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 22 462 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:  
**B 60 R 21/26**

⑲ Aktenzeichen: 100 22 462.8  
⑳ Anmeldetag: 9. 5. 2000  
㉑ Offenlegungstag: 30. 11. 2000

DE 100 22 462 A 1

③① Unionspriorität:  
310807 12. 05. 1999 US

⑦① Anmelder:  
TRW Inc., Lyndhurst, Ohio, US

⑦④ Vertreter:  
Wagner, K., Dipl.-Ing.; Geyer, U., Dipl.-Phys.  
Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 80538 München

⑦② Erfinder:  
Erike, Eric C., Mesa, Ariz., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Nahtloses Qualitätsrohr mit hoher Festigkeit und geringem Kohlenstoffgehalt für einen Airbag

⑤⑦ Ein Verfahren zur Herstellung eines Druckgefäßes aus kohlenstoffarmem Stahl, das als ein Aufblasvorrichtungsgehäuse (18) verwendet werden kann, weist einen zylindrischen Rohling aus kohlenstoffarmem Stahl auf, der gewichtsmäßig ungefähr 0,07% bis ungefähr 0,15% Kohlenstoff aufweist, ungefähr 1% bis ungefähr 2% Mangan, weniger als ungefähr 0,02% Phosphor, weniger als ungefähr 0,015 Schwefel, ungefähr 0,5% bis ungefähr 2,10% Chrom, ungefähr 0,2% bis ungefähr 1,0% Nickel, ungefähr 0,2% bis ungefähr 0,7% Molybdän, weniger als ungefähr 0,65% Kupfer, weniger als ungefähr 0,25% Restelemente und das Restgewicht der Zusammensetzung Eisen. Ein Rohr mit einer zylindrischen Wand wird gebildet durch das axiale Durchstechen des zylindrischen Rohlings, während der zylindrische Rohling erhitzt wird und eine Temperatur von ungefähr 1000°C bis ungefähr 1300°C hat. Die Dicke der zylindrischen Wand wird dann durch eine erste Kaltziehung des Rohres auf eine erste Dicke reduziert. Das Rohr wird nach der ersten Kaltziehung gegläht. Die Dicke der zylindrischen Wand wird durch eine zweite Kaltziehung weiter auf eine zweite Dicke reduziert. Die zylindrische Wand wird während des zweiten Kaltziehungs-schrittes um weniger als 26% in ihrer Dicke reduziert.

DE 100 22 462 A 1

BEST AVAILABLE COPY

BUNDESDRUCKEREI 10.00 002 048/114/1

## Beschreibung

## Gebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung eines Stahlgehäuses, und bezieht sich im Speziellen auf ein Verfahren zur Herstellung eines Stahlgehäuses einer Aufblasvorrichtung, um eine aufblasbare Fahrzeuginsassenschutzvorrichtung aufzublasen.

## Hintergrund der Erfindung

Eine bekannte Aufblasvorrichtung zum Aufblasen einer Fahrzeuginsassenschutzvorrichtung weist ein Gasmenge auf, unter anderem ein brennbares Gas, die in einem Aufblasvorrichtungsgehäuse gespeichert ist. Ein Zünder ist betätigbar, um das brennbare Gas zu entzünden. Wenn das brennbare Gas brennt, erwärmen die Verbrennungsprodukte das Gas. Das erwärmte Gas und die Verbrennungsprodukte bilden ein Aufblasströmungsmittel zum Aufblasen der Fahrzeuginsassenschutzvorrichtung.

## Zusammenfassung der Erfindung

Gemäß der vorliegenden Erfindung weist ein Verfahren zur Herstellung eines kohlenstoffarmen Stahl Druckgefäßes, das als ein Aufblasvorrichtungsgehäuse verwendet werden kann, einen zylindrischen Rohling aus kohlenstoffarmem Stahl auf, der gewichtsmäßig ungefähr 0,07% bis ungefähr 0,15% Kohlenstoff enthält, ungefähr 1% bis ungefähr 2% Mangan, weniger als ungefähr 0,02% Phosphor, weniger als ungefähr 0,015% Schwefel, ungefähr 0,5% bis ungefähr 2,10% Chrom, ungefähr 0,2% bis ungefähr 1,0% Nickel, ungefähr 0,2% bis ungefähr 0,7% Molybdän, weniger als ungefähr 0,65% Kupfer, weniger als ungefähr 0,25% Restelemente und das Restgewicht der Zusammensetzung Eisen. Ein Rohr mit einer zylindrischen Wand wird durch das axiale Durchstechen des zylindrischen Rohlings gebildet, während der zylindrische Rohling eine Temperatur von ungefähr 1000°C bis ungefähr 1300°C hat. Die Dicke der zylindrischen Wand wird dann auf eine erste Dicke reduziert durch ein erstes Kaltziehen des Rohres. Das Rohr wird nach dem ersten Kaltziehen geglättet. Die Dicke der zylindrischen Wand wird auf eine zweite Dicke reduziert durch ein zweites Kaltziehen. Die Dicke der zylindrischen Wand wird während der zweiten Kaltziehungsbehandlung um weniger als ungefähr 26% reduziert.

Vorzugsweise wird das Rohr mit einem Laser an eine Endkappe aus kohlenstoffarmem Stahl und eine Endwand aus kohlenstoffarmem Stahl geschweißt. Der in der Endkappe und in der Endwand verwendete kohlenstoffarme Stahl weist gewichtsmäßig ungefähr 0,07% bis ungefähr 0,15% Kohlenstoff auf, ungefähr 1% bis ungefähr 2% Mangan, weniger als ungefähr 0,02% Phosphor, weniger als ungefähr 0,015% Schwefel, ungefähr 0,5% bis ungefähr 2,10% Chrom, ungefähr 0,2% bis ungefähr 1,0% Nickel, ungefähr 0,2% bis ungefähr 0,7% Molybdän, weniger als ungefähr 0,65% Kupfer, weniger als ungefähr 0,25% Restelemente und das Restgewicht der Zusammensetzung Eisen.

## Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die vorangegangenen und weitere Merkmale der Erfindung werden dem Fachmann ersichtlich werden beim Betrachten der folgenden Beschreibung der Erfindung und der begleitenden Zeichnungen, in denen zeigt:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer Fahrzeuginsassenschutzvorrichtung, die die vorliegende Erfindung ausführt;

Fig. 2 eine Schnittansicht eines Teils der Vorrichtung von Fig. 1; und

Fig. 3 ein schematisches Blockdiagramm, das ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt.

## Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels

Bezugnehmend auf Fig. 1 weist eine Fahrzeuginsassenschutzvorrichtung 10 eine aufblasbare Fahrzeuginsassenschutzvorrichtung 12 auf. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist die aufblasbare Fahrzeuginsassenschutzvorrichtung 12 ein Airbag. Die aufblasbare Fahrzeuginsassenschutzvorrichtung 12 könnte zum Beispiel ein aufblasbarer Sitzgurt sein, ein aufblasbares Kniepolster, eine aufblasbare Deckenauskleidung oder ein aufblasbarer Seitenvorhang, oder ein Kniepolster, das durch einen Airbag betrieben wird.

Eine Aufblasvorrichtung 14 ist der Fahrzeuginsassenschutzvorrichtung 12 zugeordnet. Die Aufblasvorrichtung 14 ist betätigbar, um Aufblasströmungsmittel zu der aufblasbaren Fahrzeuginsassenschutzvorrichtung 12 zu leiten, um die aufblasbare Fahrzeuginsassenschutzvorrichtung 12 aufzublasen.

Das System weist außerdem einen Zusammenstoßsensor 16 auf. Der Zusammenstoßsensor 16 ist eine bekannte Vorrichtung, die einen Fahrzeugzustand abfühlt, wie beispielsweise eine Fahrzeugverzögerung, die anzeigend für einen Zusammenstoß ist. Der Zusammenstoßsensor 16 mißt die Größe und die Dauer der Verzögerung. Wenn die Größe und die Dauer der Verzögerung vorbestimmte Schwellenwerte erreichen, überträgt der Zusammenstoßsensor entweder ein Signal oder sorgt dafür, daß ein Signal übertragen wird, um die Aufblasvorrichtung 14 zu betätigen. Die aufblasbare Fahrzeuginsassenschutzvorrichtung 12 wird dann aufgeblasen und erstreckt sich in den Fahrgastraum des Fahrzeugs, um zu helfen, einen Fahrzeuginsassen vor einem kraftvollen Aufprall mit Fahrzeugteilen zu schützen.

Während die Aufblasvorrichtung 14 eine pyrotechnische Aufblasvorrichtung (nicht gezeigt) sein kann, ist die Aufblasvorrichtung 14 in dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung eine Aufblasvorrichtung mit Gaserwärmung, wie in U. S. Patent Nr. 5,348,344 von Blumenthal et al., betitelt "APPARATUS FOR INFLATING A VEHICLE OCCUPANT RESTRAINT USING A MIXTURE OF GASES" und erteilt für TRW Vehicle Safety Systems, Inc., vorgesehen.

Wie in Fig. 2 gezeigt weist die Aufblasvorrichtung 14 ein Gehäuse 18 auf. Das Gehäuse 18 weist einen Behälter 20 auf. Der Behälter 20 weist eine im allgemeinen zylindrische rohrförmige Seitenwand 24 auf, die sich entlang einer Mittelachse 26 zwischen einem ersten offenen Ende 28 der rohrförmigen Seitenwand 24 und einem zweiten offenen Ende 30 der rohrförmigen Seitenwand 24 erstreckt. Die rohrförmige Seitenwand 24 weist eine zylindrische Innenoberfläche 32 und eine zylindrische Außenoberfläche 34 auf.

Das Gehäuse 18 weist weiterhin eine Endkappe 22 auf, die an dem ersten offenen Ende 28 der rohrförmigen Seitenwand 24 durch eine Schweißung befestigt ist. Die Endkappe 22 trägt einen betätigbaren pyrotechnischen Zünder 36. Der Zünder 36 weist ein geeignetes, entzündbares Material (nicht gezeigt) auf.

Das Gehäuse 18 weist außerdem eine Endwand 38 auf, die an dem zweiten offenen Ende 30 der rohrförmigen Seitenwand 24 durch jedwede geeignete Mittel, wie beispielsweise eine Schweißung, befestigt ist. Die Endwand 38 weist eine sich radial erstreckende erste Oberfläche 40 und eine

sich axial erstreckende zylindrische Oberfläche 42 auf. Die Oberflächen 40 und 42 sind auf der Achse 26 zentriert. Die zylindrische Oberfläche 42 der Endwand 38 hat einen Durchmesser, der kleiner ist als der Durchmesser der Innenoberfläche 32 der rohrförmigen Seitenwand 24, und erstreckt sich axial zwischen der ersten Oberfläche 40 der Endwand 38 und einer sich radial erstreckenden zweiten Oberfläche 44 der Endwand 38 und verbindet diese. Die zylindrische Oberfläche 42 definiert einen Durchlaß 31 durch die Endwand 38.

Eine Berstscheibe 46 ist an der ersten Oberfläche 40 der Endwand 38 durch jedwede geeignete Mittel, wie beispielsweise eine Schweißung, befestigt. Die Berstscheibe 46 verschließt den Durchlaß 31. Gemeinsam verschließen die Berstscheibe 46 und die Endwand 38 das zweite offene Ende 30 der rohrförmigen Seitenwand 24, um eine geschlossene Kammer 48 in dem Behälter 20 zu definieren. Die Kammer 48 wird von der Endwand 38, der Berstscheibe 46, der zylindrischen rohrförmigen Seitenwand 24 und der Endkappe 22 definiert.

Ein Gasvorrat 50 zum Aufblasen der aufblasbaren Fahrzeuginsassenschutzvorrichtung 12 ist in der Kammer 48 gespeichert. Der Gasvorrat 50 weist wenigstens ein inertes Gas auf. Das bevorzugte inerte Gas ist Stickstoff, Argon oder eine Mischung aus Stickstoff und Argon.

Der Gasvorrat 50 kann ebenfalls ein Oxidationsgas und ein verbrennbares Brennstoffgas aufweisen. Ein bevorzugtes Oxidationsgas 50 ist Sauerstoff. Bevorzugte Brennstoffgase sind unter anderem Wasserstoff, Di-Stickstoffoxid und/oder Methan. Das gespeicherte Gas 50 kann eine Mischung aus Luft und Wasserstoff aufweisen.

Vorzugsweise weist das gespeicherte Gas 50 wenigstens eine kleine Menge eines Indikatorgases auf, wie beispielsweise Helium, um zu helfen, Gaslecks aufzuspüren, wie bekannt ist.

Das gespeicherte Gas 50 innerhalb des Behälters 48 steht unter Druck. Der Druck hängt ab von Faktoren wie beispielsweise dem Volumen der aufzublasenden aufblasbaren Fahrzeuginsassenschutzvorrichtung, der für das Aufblasen zur Verfügung stehenden Zeit, dem gewünschten Aufblasdruck und dem Volumen der Kammer 48, die das Gas speichert. Das gespeicherte Gas 50 in der Kammer 48 hat typischerweise einen Druck von ungefähr 2000 bis ungefähr 8000 englischen Pfund pro Quadratzoll (psi). Vorzugsweise hat das gespeicherte Gas 50 in der Kammer 48 einen Druck von ungefähr 3500 psi bis ungefähr 6500 psi.

Ein Diffusor 52 ist mit der zweiten Oberfläche 44 der Endwand 38 durch jedwede geeignete Mittel, wie beispielsweise eine Schweißung, verbunden. Der Diffusor 52 weist eine zylindrische Seitenwand 54 auf, die koaxial mit der rohrförmigen Seitenwand 24 des Behälters 20 und auf der Achse 26 zentriert ist. Die Seitenwand 54 weist eine zylindrische Innenoberfläche 56 und eine zylindrische Außenoberfläche 58 auf. Der Diffusor 52 hat eine Mittelkammer 60. Die Kammer 60 befindet sich in Strömungsmittelverbindung mit dem Durchlaß 31 in der Endwand 38.

Gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wie schematisch in Fig. 3 gezeigt, wird die rohrförmige Seitenwand 24 aus einem zylindrischen Rohling aus kohlenstoffarmem Stahl mit einem einheitlichen Durchmesser entlang der gesamten Rohlingsachse hergestellt.

Der in der vorliegenden Erfindung verwendete kohlenstoffarme Stahl enthält gewichtsmäßig ungefähr 0,07% bis ungefähr 0,15% Kohlenstoff, ungefähr 1% bis ungefähr 2% Mangan, weniger als ungefähr 0,02% Phosphor, weniger als ungefähr 0,015% Schwefel, ungefähr 0,5% bis ungefähr 2,10% Chrom, ungefähr 0,2% bis ungefähr 1,0% Nickel, un-

gefähr 0,2% bis ungefähr 0,7% Molybdän, weniger als ungefähr 0,65% Kupfer, weniger als ungefähr 0,25% Restelemente und das Restgewicht der Zusammensetzung Eisen. Mit Restelementen sind zusätzliche Elemente gemeint, unter anderem Titan, Blei, Niob, Kobalt, Aluminium, Kalzium und/oder Zinn.

Die mechanischen Eigenschaften des in der vorliegenden Erfindung verwendeten kohlenstoffarmen Stahls weisen unter anderem eine Zugfestigkeit von ungefähr 130.000 psi bis ungefähr 150.000 psi auf, eine Streckgrenze von wenigstens ungefähr 104.000 psi und eine Dehnung bei Bruch von wenigstens ungefähr 14%.

Der zylindrische Stahlrohling wird zu einem nahtlosen Rohr mit einer zylindrischen Seitenwand geformt, indem der zylindrische Rohling durch ein bekanntes Lochwalzwerk geführt wird.

In der vorliegenden Erfindung wird der zylindrische Rohling auf eine Temperatur von ungefähr 1000°C bis ungefähr 1300°C erhitzt und wird, während er eine Temperatur von ungefähr 1000°C bis ungefähr 1300°C hat, durch das Lochwalzwerk geführt. Vorzugsweise wird das zylindrische Rohr auf eine Temperatur von ungefähr 1200°C erhitzt und wird, während es eine Temperatur von ungefähr 1200°C hat, durch das Lochwalzwerk geführt.

Das so gebildete nahtlose Rohr hat eine zylindrische Wand mit einer einheitlichen Dicke entlang der Achse des Rohres und umfangsmäßig um das Rohr herum. Der äußere Durchmesser der zylindrischen Wand ist wesentlich geringer als der Durchmesser des zylindrischen Rohlings. Die Länge des nahtlosen Rohres ist wesentlich größer als die Länge des zylindrischen Rohlings.

Das nahtlose Rohr wird auf Zimmertemperatur gekühlt, d. h. auf ungefähr 22 °C. Wenn das Rohr einmal Zimmertemperatur hat, kann das Rohr in einer Säurelösung gebeizt werden, um jedwede Schlacke oder Oxide, die an der inneren oder äußeren Oberfläche der zylindrischen Wand während des Lochstechens gebildet wurden, zu entfernen. Geeignete Beizlösungen können unter anderem Schwefelsäure, Phosphorsäure, Salpetersäure, Salzsäure und Kombinationen dieser Säuren sein.

Die zylindrische Rohrwand wird dann in ihrer Dicke auf eine erste Dicke verringert durch eine erste Kaltziehung des Rohres. Eine Kaltziehung weist das Ziehen des Rohres bei Zimmertemperatur durch eine Form auf, deren Loch kleiner ist als der Außendurchmesser des zu ziehenden Rohres. Gleichzeitig wird die Innenoberfläche des Rohres durch einen Formkern getragen, der am Ende eines Stabes verankert ist, so daß das Rohr während des Ziehvorgangs in der Formebene verbleibt.

Das Rohr in der vorliegenden Erfindung kann vor der ersten Kaltziehung mit einer Öl- oder wasserbasierten Emulsion geschmiert werden, um die durch Reibung entstehende Hitze zu verringern, wenn das Rohr durch die Form geführt wird.

Die erste Dicke der zylindrischen Wand ist einheitlich entlang der Rohrachse und umfangsmäßig um das Rohr herum. Die erste Dicke der zylindrischen Wand ist wesentlich geringer als die Dicke der zylindrischen Wand vor der ersten Kaltziehung.

Das Rohr wird dann gegläht. Vorzugsweise wird das Rohr bei einer Temperatur von ungefähr 500°C bis ungefähr 550°C für wenigstens 45 Minuten in einer Luftatmosphäre gegläht.

Das Rohr wird auf Zimmertemperatur abgekühlt und die zylindrische Rohrwand wird weiter in ihrer Dicke auf eine zweite Dicke reduziert durch eine zweite Kaltziehung des Rohres. Die zweite Dicke der zylindrischen Wand ist gleichförmig entlang der Rohrachse und umfangsmäßig um das

Rohr herum.

Es ist entscheidend, daß die zylindrische Wand in ihrer Dicke bei der zweiten Kaltziehung des Rohres um weniger als ungefähr 26% reduziert wird. Das Rohr mit der zylindrischen Wand, die eine zweite Dicke aufweist, wird durch jedwede geeignete Mittel auf eine gewünschte Länge geschnitten. Das auf eine Länge geschnittene Rohr wird an eine Endkappe aus kohlenstoffarmem Stahl geschweißt, wie beispielsweise 22, und an eine Endwand aus kohlenstoffarmem Stahl, wie beispielsweise 38. Die Endwand wird ebenfalls an einen Diffusor aus kohlenstoffarmem Stahl geschweißt, wie beispielsweise 52. Der in der Endkappe, der Endwand und dem Diffusor verwendete kohlenstoffarme Stahl weist gewichtsmäßig ungefähr 0,07% bis ungefähr 0,15% Kohlenstoff auf, ungefähr 1% bis ungefähr 2% Mangan, weniger als ungefähr 0,02% Phosphor, weniger als ungefähr 0,015% Schwefel, ungefähr 0,5% bis ungefähr 2,10% Chrom, ungefähr 0,2% bis ungefähr 1,0% Nickel, ungefähr 0,2% bis ungefähr 0,7% Molybdän, weniger als ungefähr 0,65% Kupfer, weniger als ungefähr 0,25% Restelemente und das Restgewicht der Zusammensetzung Eisen.

Das auf eine Länge geschnittene Rohr, die Endkappe, die Endwand und der Diffusor werden durch jedwede geeignete Mittel zusammengeschweißt, wie beispielsweise durch autogenes Gas-Wolfram-Bogen-Schweißen, Elektronenstrahlschweißen oder Laserschweißen. Vorzugsweise werden das Rohr, die Endkappe, die Endwand und der Diffusor durch Laserschweißen zusammen geschweißt.

Die so gebildeten Teile zeigen herausragende mechanische Eigenschaften, unter anderem keine Spannungskorrosionsrisse in den Schweißungen oder in den Grundmaterialien der Endkappe, des Rohres, der Endwand und des Diffusors benachbart zu den Schweißungen. Weiterhin zeigten die Teile keine Anzeichen von Wasserstoffversprödung in den geschweißten Teilen. Dickenverringerungen über ungefähr 26% hinaus im zweiten Kaltziehungsschritt führen zu Rohren, die empfindlich für Spannungskorrosionsrisse und Wasserstoffversprödung über die Lebensdauer einer Aufblasvorrichtung sind, welche in einer Fahrzeuginsassenschutzvorrichtung verwendet wird und ein solches Rohr aufweist.

#### Beispiel

Ein Aufblasvorrichtungsgehäuse, wie das Gehäuse 18, wurde aus einem zylindrischen Rohling aus kohlenstoffarmem Stahl gefertigt. Der zylindrische Rohling hatte eine Länge von ungefähr 3 Metern und einen Durchmesser von ungefähr 20,32 Zentimetern. Die Zusammensetzung des zylindrischen Rohlings aus kohlenstoffarmem Stahl wurde auswählend kontrolliert, so daß der kohlenstoffarme Stahl gewichtsmäßig ungefähr 0,07% bis ungefähr 0,15% Kohlenstoff aufwies, ungefähr 1% bis ungefähr 2% Mangan, weniger als ungefähr 0,02% Phosphor, weniger als ungefähr 0,015% Schwefel, ungefähr 0,5% bis ungefähr 2,10% Chrom, ungefähr 0,2% bis ungefähr 1,0% Nickel, ungefähr 0,2% bis ungefähr 0,7% Molybdän, weniger als ungefähr 0,65% Kupfer, weniger als ungefähr 0,25% Restelemente und das Restgewicht der Zusammensetzung Eisen. Die mechanischen Eigenschaften des kohlenstoffarmen Stahls wiesen unter anderem eine Zugfestigkeit von ungefähr 130.000 psi bis ungefähr 150.000 psi auf, eine Streckgrenze von wenigstens ungefähr 104.000 psi und eine Dehnung bei Bruch von wenigstens ungefähr 14%.

Der zylindrische Rohling wurde auf eine Temperatur von ungefähr 1200°C erhitzt und, während er eine Temperatur von ungefähr 1200°C hatte, durch ein Lochwalzwerk geführt, um ein nahtloses Rohr mit einer einheitlichen Wanddicke von ungefähr 6,35 cm entlang der gesamten Rohr-

achse und umfangsmäßig um das Rohr herum zu bilden. Der Innendurchmesser der zylindrischen Wand war ungefähr 7,62 cm und der Außendurchmesser war ungefähr 13,97 cm.

Nach dem Durchstechen wurde dem Rohr erlaubt, sich abzukühlen, bis es Zimmertemperatur erreicht hatte. Als es Zimmertemperatur hatte, wurde die Dicke der zylindrischen Wand durch eine erste Kaltziehung des Rohres auf eine erste Dicke reduziert, die entlang der gesamten Achse des Rohres und umfangsmäßig um das Rohr herum einheitlich war. Die erste Dicke betrug ungefähr 4,26 mm. Die Innen- und Außendurchmesser der zylindrischen Wand wurden ebenfalls auf ungefähr 71,3 mm bzw. 75,5 mm reduziert.

Das Rohr wurde bei einer Temperatur von ungefähr 520°C für ungefähr 45 Minuten geglüht und dann auf Zimmertemperatur abgekühlt.

Die Dicke der zylindrischen Wand wurde dann um weniger als 26% durch eine zweite Kaltziehung reduziert, die entlang der gesamten Achse und umfangsmäßig um das Rohr herum gleichförmig war. Die zweite Dicke betrug ungefähr 3,33 mm. Die Innen- und Außendurchmesser der zylindrischen Wand wurden ebenfalls auf ungefähr 57 mm bzw. 60,33 mm reduziert.

Das Rohr wurde auf die gewünschte Länge geschnitten, um eine zylindrische Wand, wie beispielsweise 24, zu bilden und wurde an eine Endkappe aus kohlenstoffarmem Stahl, wie beispielsweise 22, und an eine Endkappe aus kohlenstoffarmem Stahl, wie beispielsweise 39, lasergeschweißt. Die Endwand wurde ebenfalls an einen Diffusor aus kohlenstoffarmem Stahl, wie beispielsweise 52, geschweißt. Die Zusammensetzung des in der Endkappe, der Endwand und dem Diffusor verwendeten kohlenstoffarmen Stahls wies gewichtsmäßig ungefähr 0,07% bis ungefähr 0,15% Kohlenstoff auf, ungefähr 1% bis ungefähr 2% Mangan, weniger als ungefähr 0,02% Phosphor, weniger als ungefähr 0,015% Schwefel, ungefähr 0,5% bis ungefähr 2,10% Chrom, ungefähr 0,2% bis ungefähr 1,0% Nickel, ungefähr 0,2% bis ungefähr 0,7% Molybdän, weniger als ungefähr 0,65% Kupfer, weniger als ungefähr 0,25% Restelemente und das Restgewicht der Zusammensetzung Eisen. Die mechanischen Eigenschaften des kohlenstoffarmen Stahls wiesen unter anderem eine Zugfestigkeit von ungefähr 130.000 psi bis ungefähr 150.000 psi auf, eine Streckgrenze von wenigstens ungefähr 104.000 psi und eine Dehnung bei Bruch von wenigstens ungefähr 14%.

Eine C-Ring-förmige Probe wurde von dem geschweißten Teil des Gehäuses entnommen und in eine 3% NaCl gesättigte Luftatmosphäre gelegt. Die C-Ring-förmige Probe wurde bei 25°C gehalten und 1,5 V eines Ag/AgCl-Wasserstoffkathoden-Ladungsmechanismus ausgesetzt. Eine Belastung entsprechend 100% der tatsächlichen Streckgrenze wurde einen Monat lang an die C-Ring-Probe angelegt.

Eine Analyse durch Wärmeaufnahme-Spektrometrie und eine Rasterelektronenmikroskopie zeigte nach dem einmonatigen Zeitraum keine Anzeichen von Wasserstoffversprödung in dem geschweißten Teil oder dem Basismetall, das den geschweißten Teil der C-Ring-förmigen Probe umgibt.

Zusätzlich wurde eine C-Ring-förmige Probe von einem geschweißten Teil des Gehäuses entnommen und in eine 3% NaCl gesättigte Luftatmosphäre bei 80°C gelegt. Eine Belastung entsprechend 100% der tatsächlichen Streckgrenze wurde einen Monat lang an die C-Ring-Probe angelegt.

Eine Analyse durch Wärmeaufnahme-Spektrometrie und eine Rasterelektronenmikroskopie zeigte nach dem einmonatigen Zeitraum keine Anzeichen von Spannungskorrosionsrisse in dem geschweißten Teil oder dem Basismetall, das den geschweißten Teil der C-Ring-förmigen Probe umgibt.

Vorteile der vorliegenden Erfindung sollten nun offensichtlich sein. In erster Linie nutzt die vorliegende Erfindung die verbesserten mechanischen Eigenschaften eines aus kohlenstoffarmem Stahl hergestellten Gehäuses, dessen Zusammensetzung auswählend kontrolliert wurde und der mechanisch durch gesteuertes Durchstechen und Kaltziehen des Stahls behandelt wurde. Das so gebildete Gehäuse hat eine mechanische Festigkeit ähnlich rostfreiem Stahl und zeigt keine Anzeichen von Spannungskorrosionsrisssen entlang der Schweißungen zwischen den Gehäusebestandteilen. Weiterhin gibt es keine Anzeichen von Spannungskorrosionsrisssen des Teiles der Gehäusebestandteile, der benachbart zu den Schweißungen ist. Außerdem zeigt kohlenstoffarmer Stahl mit der Zusammensetzung der vorliegenden Erfindung und mechanisch behandelt mit der Methode der vorliegenden Erfindung keine Wasserversprödung in den Schweißungen oder den Teilen der Gehäusebestandteile, die benachbart zu den Schweißungen sind.

Aus der vorangegangenen Beschreibung der Erfindung wird der Fachmann Verbesserungen, Veränderungen und Modifikationen entnehmen. Solche Verbesserungen, Veränderungen und Modifikationen in der Technik sollen durch die angefügten Ansprüche abgedeckt sein.

#### Patentansprüche

1. Ein Verfahren, das folgende Schritte aufweist:  
Vorsehen eines zylindrischen Rohlings aus kohlenstoffarmem Stahl, wobei der Stahl gewichtsmäßig ungefähr 0,07% bis ungefähr 0,15% Kohlenstoff aufweist, ungefähr 1% bis ungefähr 2% Mangan, weniger als ungefähr 0,02% Phosphor, weniger als ungefähr 0,015% Schwefel, ungefähr 0,5% bis ungefähr 2,10% Chrom, ungefähr 0,2% bis ungefähr 1,0 % Nickel, ungefähr 0,2% bis ungefähr 0,7% Molybdän, weniger als ungefähr 0,65% Kupfer, weniger als ungefähr 0,25% Restelemente und das Restgewicht der Zusammensetzung Eisen;  
Bildung eines Rohres mit einer zylindrischen Wand durch das Durchstechen des zylindrischen Rohlings, während der zylindrische Rohling eine Temperatur von ungefähr 1000°C bis ungefähr 1300°C hat;  
Reduzierung der Dicke der zylindrischen Wand auf eine erste Dicke durch eine erste Kaltziehung des Rohres;  
Glühung des Rohres nach der ersten Kaltziehung; und  
Reduzierung der Dicke der zylindrischen Wand auf eine zweite Dicke durch eine zweite Kaltziehung des geglühten Rohres, wobei die zylindrische Wand während der zweiten Kaltziehung in ihrer Dicke um weniger als ungefähr 26% reduziert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, das weiterhin das Schneiden des Rohres auf eine gewünschte Länge nach der zweiten Tiefenziehung aufweist.
3. Verfahren nach Anspruch 1, das weiterhin das Schweißen des auf die gewünschte Länge geschnittenen Rohres an eine Endkappe und eine Endwand aufweist, wobei jede der beiden aus kohlenstoffarmem Stahl hergestellt ist, der gewichtsmäßig ungefähr 0,07% bis ungefähr 0,15% Kohlenstoff aufweist, ungefähr 1% bis ungefähr 2% Mangan, weniger als ungefähr 0,02% Phosphor, weniger als ungefähr 0,015% Schwefel, ungefähr 0,5% bis ungefähr 2,10% Chrom, ungefähr 0,2% bis ungefähr 1,0 % Nickel, ungefähr 0,2% bis ungefähr 0,7% Molybdän, weniger als ungefähr 0,65% Kupfer, weniger als ungefähr 0,25% Restelemente und das Restgewicht der Zusammensetzung Eisen;

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der zylindrische Rohling bei einer Temperatur von ungefähr 1200°C durchstochen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Rohr bei einer Temperatur von ungefähr 500°C bis ungefähr 550°C nach der ersten Kaltziehung des Rohres geglüht wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, das weiterhin das Beizen des Rohres in einer Säurelösung nach dem Durchstechen des zylindrischen Rohlings aufweist.

7. Ein Verfahren, das folgende Schritte aufweist:

Vorsehen eines zylindrischen Rohlings aus kohlenstoffarmem Stahl, wobei der Stahl gewichtsmäßig ungefähr 0,07% bis ungefähr 0,15% Kohlenstoff aufweist, ungefähr 1% bis ungefähr 2% Mangan, weniger als ungefähr 0,02% Phosphor, weniger als ungefähr 0,015% Schwefel, ungefähr 0,5% bis ungefähr 2,10% Chrom, ungefähr 0,2% bis ungefähr 1,0 % Nickel, ungefähr 0,2% bis ungefähr 0,7% Molybdän, weniger als ungefähr 0,65% Kupfer, weniger als ungefähr 0,25% Restelemente und das Restgewicht der Zusammensetzung Eisen;

Bildung eines Rohres mit einer zylindrischen Wand durch das Durchstechen des zylindrischen Rohlings, während der zylindrische Rohling eine Temperatur von ungefähr 1000°C bis ungefähr 1300°C hat;

Reduzierung der Dicke der zylindrischen Wand auf eine erste Dicke durch eine Kaltziehung des Rohres;

Glühung des Rohres nach der ersten Kaltziehung;

Reduzierung der Dicke der zylindrischen Wand auf eine zweite Dicke durch eine zweite Kaltziehung des Rohres, wobei die zylindrische Wand während der zweiten Kaltziehung in ihrer Dicke um weniger als ungefähr 26% reduziert wird;

Schneiden des Rohres auf eine gewünschte Länge nach der zweiten Kaltziehung; und

Schweißen des auf die gewünschte Länge geschnittenen Rohres an eine Endkappe und eine Endwand, wobei jede der beiden aus kohlenstoffarmem Stahl besteht, der gewichtsmäßig ungefähr 0,07% bis ungefähr 0,15 % Kohlenstoff aufweist, ungefähr 1% bis ungefähr 2% Mangan, weniger als ungefähr 0,02% Phosphor, weniger als ungefähr 0,015% Schwefel, ungefähr 0,5% bis ungefähr 2,10% Chrom, ungefähr 0,2% bis ungefähr 1,0% Nickel, ungefähr 0,2% bis ungefähr 0,7% Molybdän, weniger als ungefähr 0,65% Kupfer, weniger als ungefähr 0,25% Restelemente und das Restgewicht der Zusammensetzung Eisen.

8. Verfahren nach Anspruch 7, das weiterhin das Einbringen von Airbag-Aufblasgas in eine Kammer aufweist, welche von dem Rohr, der Endkappe und der Endwand gebildet wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7, das weiterhin das Schweißen eines Diffusors aus kohlenstoffarmem Stahl an die Endwand aufweist, wobei der Stahl gewichtsmäßig ungefähr 0,07% bis ungefähr 0,15% Kohlenstoff aufweist, ungefähr 1% bis ungefähr 2% Mangan, weniger als ungefähr 0,02 % Phosphor, weniger als ungefähr 0,015% Schwefel, ungefähr 0,5% bis ungefähr 2,10% Chrom, ungefähr 0,2% bis ungefähr 1,0% Nickel, ungefähr 0,2% bis ungefähr 0,7% Molybdän, weniger als ungefähr 0,65% Kupfer, weniger als ungefähr 0,25% Restelemente und das Restgewicht der Zusammensetzung Eisen.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

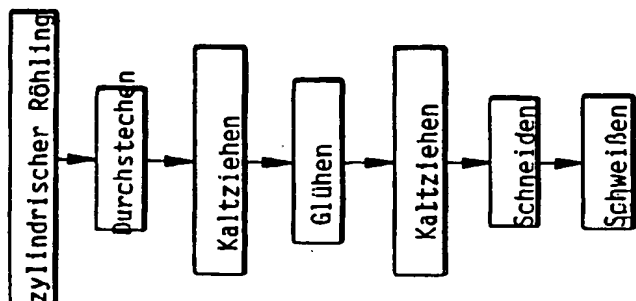


Fig.3

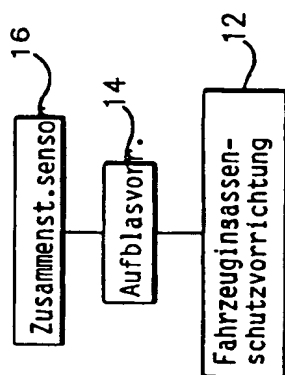


Fig.1

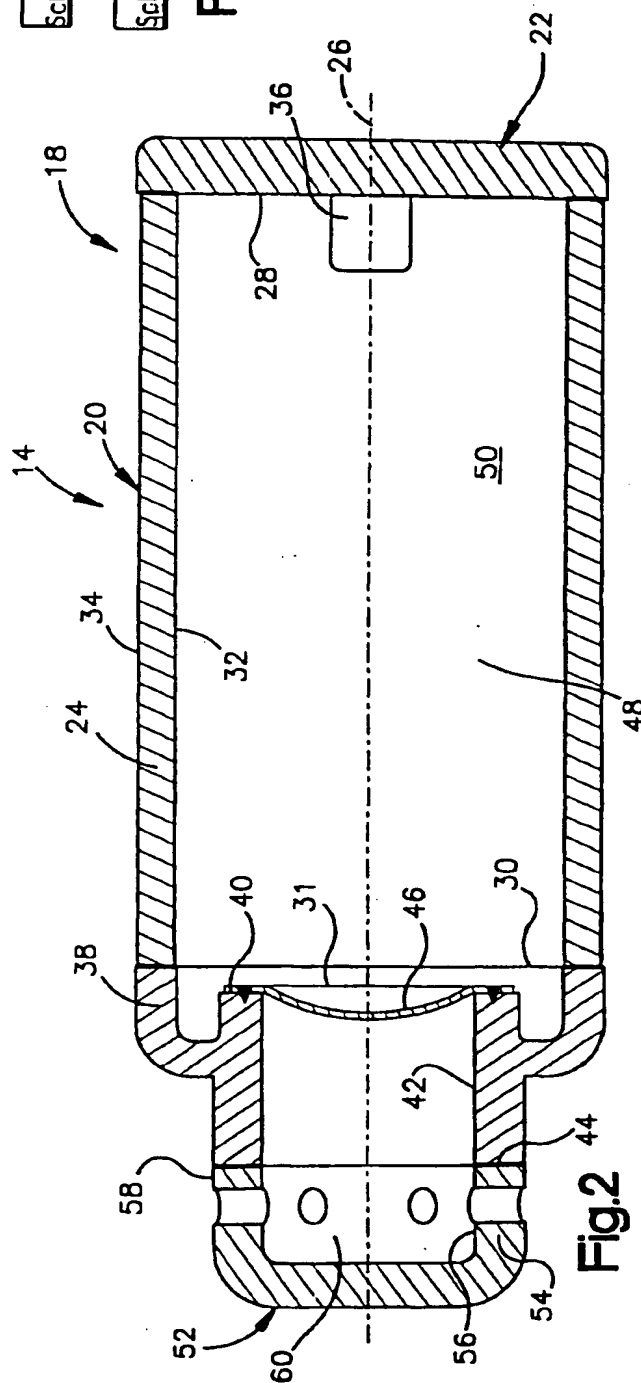


Fig.2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**